Aus der konservierenden Abteilung des zahnärztlichen Universitätsinstitutes „Carolinum" der Johann-Wolfgang-Goethe Universität zu Frankfurt a. M.
(Leiter: Doz. Dr. Thielemann Direktor: Prof. Dr. Kühn)

Verhalten kühlangerührter Silikatzemente im biologischen Versuch

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG
DER ZAHNÄRZTLICHEN DOKTORWÜRDE
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER JOHANN WOLFGANG GOETHE-UNIVERSITÄT
ZU FRANKFURT AM MAIN

vorgelegt von

Josef Meiers

prakt. Zahnarzt aus Losbach Bez. Trier

1941

Dissertationsdruckerei F. W. Kalbfleisch, Gelnhausen.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt a. M.

Referent: Dozent Dr. Thielemann

Koreferent: Professor Dr. Fritsch

Dekan: Prof. Dr. Guthmann.

Meiner lieben Frau

gewidmet.

Das Problem der Silikatfüllungen, insbesondere ihre Schädlichkeit für die Pulpa, wird schon seit Bestehen dieses Füllungsstoffes erörtert. Die zweifellos guten Eigenschaften, wie Zahn-Ähnlichkeit, leichte Verarbeitbarkeit, Transparenz, Farbbeständigkeit, Härte, Dichte, Festigkeit, Form- und Volumenbeständigkeit, geringe Speichellöslichkeit, schlechte Wärmeleitung, die sich dem Ideal eines Füllmittels nähern, werden immer wieder von der Tatsache überschattet, daß unter Silikatfüllungen die Pulpen der Zähne absterben. Trotz der vielen Veröffentlichungen und Versuche ist es bisher noch nicht gelungen, die Gründe für die erhöhte Pulpengefahr, die zweifellos auch heute noch den Silikatzementen anhaftet, einwandfrei klarzustellen. Das Absterben von Pulpen findet sich bei Silikatfüllungen in weit stärkerem Maße als unter anderen Füllmitteln. Diese Tatsache kann nicht weggeleugnet werden, und sie ist auch experimentell durch Palazzi, der Untersuchungen über die anatomischen Veränderungen der Pulpa unter Silikatfüllungen durchführte, und hierbei pathologische Veränderungen der Pulpa feststellte, bewiesen worden. Fasoli, der bei seinen Untersuchungen besonderen Wert darauf legte, Kavitäten von verschiedener Tiefe zu präparieren, um etwaige Pulpenirritationen durch mechanische und thermische Momente auszuschalten, kam zu ähnlichen Schlüssen wie Palazzi. Auch Dieck weist auf die Wichtigkeit der Untersuchung pulpenschädigender Eigenschaften der Silikatzemente hin und schreibt:
„So wahrscheinlich es sein dürfte, daß abgespaltene freie Säure als schädigendes Moment in erster Linie in Betracht kommt, und daß demgemäß diejenigen Präparate die geringste Gefahr der Pulpenschädigung darbieten, welche den geringsten Grad der Säureabspaltung haben, so ist es doch nicht ausgeschlossen, daß auch noch andere Umstände dabei eine Rolle spielen."

Linka sieht nicht in der Säure den schädigenden Faktor für die Pulpa, sondern in der Kontraktion des Silikatzements während der Abbindung. Hierbei entsteht zwischen Zahn und Füllung ein mikroskopisch feiner Spalt, durch den Bakterien ungehindert in die Tiefe wandern können. Hierdurch entsteht am

Boden der Kavität eine Sekundärkaries, die der Grund des Pulpentodes bildet.

Die Zahl der Autoren und Praktiker, die diese Schädigung der Pulpa der Aetzwirkung von Säuren zuschreibt, ist jedoch bei weitem größer als die Zahl derer, die diese Wirkung bezweifeln.

Die neuesten Untersuchungen über die pulpenschädigenden Eigenschaften der Silikatzemente wurden von König und Grunow im biologischen Versuch und von Emerich mittels des elektrischen Stromes angestellt. Sie alle kommen zu dem Ergebnis, daß eine spezifische Schädigung der Pulpa durch überschüßige Säure und saure Salze anzunehmen ist.

Den Säuregehalt einer Silikatfüllung möglichst herabzusetzen war von jeher das Bestreben der Praktiker, da man die Gefahr der Säure für das lebende Gewebe schon frühzeitig erkannt hatte. Von ausschlaggebender Bedeutung ist das Anrühren.

1930 kam Praeger auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis : „Je dicker das Silikat angerührt wird, desto geringer ist die Säureabgabe." Es hat sich hier erwiesen, daß sich die Analitäten der Silikate um so günstiger auswirken, je mehr Pulver wir der Flüßigkeit zuführen können.

Da die Reaktion von Flüßigkeiten und Pulver exotherm verläuft, und die freiwerdende Reaktionswärme den Abbindungsvorgang beschleunigt, muß vor allem für die Ableitung der Reaktionswärme gesorgt werden, da sonst die Erhärtung vorzeitig einsetzt und ein weiteres Einführen von Pulver unmöglich macht. Nur durch die Beseitigung der Reaktionswärme gelingt es, die sehr früh einsetzende Abbindung hinauszuschieben und die Menge des einzuführenden Pulvers zu erhöhen. In dieser Erkenntnis verwendeten sorgfältige Praktiker schon früher dicke Glasplatten oder Glaswürfel, die sie mindestens bei heißem Wetter vor dem Gebrauch unter fließendem Wasser abkühlten. Wenn auch auf diese Weise eine bedeutende Verbesserung der Silikatfüllung erzielt wurde, so war das Wärmeleitvermögen des Glases doch nur gering.

Diener gelang es, die beim Anrühren entstehende Reaktionswärme durch ein stärker wirksames Kühlsystem abzufangen bzw. abzuleiten.

Dies geschieht durch die von innen her wassergekühlte Thermo-Anrührplatte, die von den Jota-Werken in Düsseldorf herausgebracht wurde.

Die Thermo-Anrührplatte ist eine hohle Glasplatte, die mit Wasser gefüllt wird, deren Temperatur an einem darin befindlichen Thermometer abgelesen werden kann. Die Gebrauchsanweisung schreibt vor, die Platte mit möglichst kaltem Wasser zu füllen. Im Sommer soll möglichst Eiswasser benutzt werden. Die Ergebnisse sollen, so erwähnt die Gebrauchsanweisung, bei sinkender Temperatur immer günstiger werden.

Diener hebt besonders vier Eigenschaften des Silikates hervor, das auf der Thermo-Anrührplatte angerührt wird :

1.) Erhöhter Pulpenschutz.

Durch die tiefe Anrührtemperatur wird die Abbindung dermaßen verzögert, daß wir eine bedeutend größere Pulvermenge in ein und dieselbe Flüßigkeitsmenge einrühren können. Dadurch erreichen wir ein quantitativ vermehrte chemische Bindung der Phosphorsäure, die wiederum eine bedeutend reduzierte Abspaltung von freier Phosphorsäure von Seiten der Silikatfüllung zur Folge hat.

2.) Längere Verarbeitungsfähigkeit.

Der Abbindungsvorgang bei den Silikaten ist eine exotherme Reaktion, deren Beginn und Ablaufsgeschwindigkeit proportional der Temperatur ist. Auf der gekühlten Anrührplatte bleibt die angerührte Silikatmenge in Folge der verzögerten Reaktionsleitung sehr lange plastisch und verarbeitungsfähig, während natürlich der applizierte Silikatkörper bei der Mundtemperatur in 1,5-2 Minuten vollkommen erhärtet.

3.) Verbesserte physikalische Eigenschaften.

Die richtige Konsistenz der auf der gekühlten Anrührplatte vorbereiteten Silikatmaße wird lediglich durch die erhöhte Pulvermenge bedingt und nicht dadurch, daß ein Teil des Pulvers mit der Flüßigkeit schon abgebunden hat und erhärtet ist, wodurch ja die Paste auch eine zähe Konsistenz aufweist, wie dies bei warmem Anrühren der Fall ist.

Diese Pseudo-Konsistenz wird bei der Präparation der Silikatfüllungen auf der gekühlten Anrührplatte vermieden.

4.) Optimaler Randschluß.

Durch die gekühlte Anrührplatte erreichen wir heute mühelos ein Ziel, um das auch heute noch viel gekämpft wird und dessen Unvollkommenheit ebenfalls für Sekundärkaries und Pulpentod verantwortlich gemacht wird, nämlich einen ausgezeichneten Randschluß.

Der Vorschlag Silikatzemente bei möglichst niedriger Temperatur anzurühren findet fast allgemein Zustimmung. Allerdings werden die einzelnen Eigenschaften des gekühlt angerührten Silikates von den Praktikern stark bezweifelt. Wenn z. B. Hettinger behauptet, die kühl angerührten Silikatfüllungen erreichten einen Randschluß, der den der Amalgam-Füllungen übertrifft, so widerspricht ihm hier Titkemeyer und bezeichnet dies als eine spekulative Erwägung.

Der Einfluß der Anrührtemperatur wurde von Hettinger untersucht. Seine Versuche erstreckten sich auf Silikat, Phosphat und Steinzement. Sämtliche Zemente besitzen als Hauptkomponenten Bindemaße und Härtemaße. Die Bindemaße dient zum Abbinden der Phosphorsäure und die Härtemasse der Härte und Transparenz. Bei den einzelnen Zementen tritt die eine oder andere Hauptkomponente mehr oder weniger in den Vordergrund. Bei den Silikatzementen überwiegt die Härtemasse. Deshalb tritt, da weniger Bindemasse vorhanden ist, ein größerer Säureüberschuß auf. Die Säureabspaltung entsteht dadurch, daß zuviel Säure vorhanden ist, um von der Bindemasse quantitativ abgebunden zu werden. Es ist erklärlich, daß bei vermehrter Pulverzufuhr ein größerer Teil der Anrührflüßigkeit chemisch gebunden wird und weniger freiwerdende Säure abgespalten wird. Die von Hettinger angestellten Versuche ergaben, daß bei Temperaturerniedrigung die Pulveraufnahmefähigkeit erhöht ist und die Säureabspaltung geringer wird.

Er kam zu folgendem Ergebnis:

„Ein Gramm Flüßigkeit vermag aufzunehmen bei

5° Cels.	4,6	Gramm Pulver
10° Cels.	4,5	„ „
25° Cels.	4,0	„ „
37° Cels.	3,2	„ „
50° Cels.	1,5	„ „

Die Säureabspaltung ergab pro cm² Oberfläche

Anrührtemperatur	mgr Phosphorsäure
5° Cels.	0,24 mgr
10° „	0,27 „
25° „	0,30 „
37° „	0,38 „
50° „	0,80 „

Die maximale Pulverzufuhr ist bei etwa 10° Cels. erreicht und wie die Tabelle Hettinger zeigt, nimmt die Pulveraufnahmefähigkeit mit sinkender Temperatur zu. Allerdings haben wir bei 10°Cels. schon die fast maximale Pulveraufnahmefähigkeit erreicht, die bei noch niedrigerer Temperatur nur sehr wenig ansteigt. Bei 10° Cels. ist eben die Erhärtung während des Anrührens schon so weit zurückgedrängt, daß sie fast garnicht mehr in Erscheinung tritt. Infolgedessen kann auch bei niedrigerer Temperatur kein günstigerer Wert mehr erreicht werden.

Die Säureabspaltung ist bei Phosphatzementen am geringsten. Dies erklärt sich auch aus der Zusammensetzung der beiden Hauptkomponenten. Während die Silikatzemente nach Hettinger und Klauer prozentual ausgedrückt 80% Härtemasse und 20% Bindemasse haben, haben die Phosphatzemente 20% Härtemasse und 80% Bindemasse. Diener ist in Bezug auf Säureabspaltung der Phosphatzemente anderer Meinung. Er steht auf dem Standpunkt, daß Phosphatzemente mitunter ein mehrfaches an freier Phosphorsäure abspalten können als gewisse Silikatzemente. Diese Ansicht vertritt auch Klauer. Er verwirft die Zinkphosphatzemente als Unterfüllung, da sie wegen ihrer großen Säureabgaben für die Pulpa schädlich seien. Dieser Ansicht widerspricht König und beweist anhand von Versuchen mit einzelligen Lebewesen das Gegenteil. Ferner verweist er auf die Tatsache, daß Pulpennekrosen unter Phosphatzementen in Praxi äußerst selten sind. Die Versuche mit Paramaecien und Amöben wurden von König auf Veranlassung Wannemachers angestellt, um eine Klärung der Silikatfrage auf biologischem Wege zu erreichen, da er sie von der Chemie her als fraglich ansieht.

Collet stelle schon früher Versuche über die Giftwirkung von Säuren und sauren Salzen an und kam zu dem Ergebnis, daß Säuren und Salze auf Infusorien tötend wirken.

Die Versuche Königs und Grunows mit einzelligen Lebewesen und eine Kontrolle meinerseits zeigen fogendes Bild :

Ein Tropfen Phosphorsäure im Verhältnis 1 : 50 und 1 : 500 veranlaßt momentan Stillstand der Paramaecien mit starker Quellung Rißbidung in der Körperhülle und direkte Auflösung des Protoplasmas. Bei einem Tropfen 1 : 5000 werden nur noch einzelne Paramaecien in Mitleidenschaft gezogen, die erst nach einiger Zeit, aber unter den gleichen Erscheinungen zu Grunde gehen. Zwei Tropfen dagegen wirken schon nach kurzer Zeit tötend. Ein Tropfen 1 : 10 000 ist unwirksam.

Charakteristisch für den Säuretod sind :

1.) Die Quellung,
2) Hofbildung,
3.) Körper braun und undurchsichtig,
4.) Auflösung des Protoplasmas.

Die Intensität der Wirkung nimmt mit fallender Säurekonzentration ab. Bei Zugabe eines Tropfens einer 4%igen, 2%igen, 1%igen oder ½%igen Lösung Na Cl werden nach verschieden langer Zeit Schrumpfungen der Paramaecien sichtbar, wobei für die Zeit wieder die Konzentration bestimmend ist. Der Charakter der Veränderung ist deutlich von dem Einfluß der Säure unterschieden. Die Struktur des Protoplasmas ist nicht verändert, der Zelleib klar und normal durchsichtig, die Körperbegrenzung scharf. Die Trichozysten fallen nicht aus. Die Zillien sehen borstenartig ab.

Einige Zeit nach eingetretenem Tod sind auch an diesen Paramaecien Quellungserscheinungen zu bemerken, wie sie auch schon Collet beschrieben hat.

Die typischen Veränderungen des Salztodes sind :

1.) Schrumpfung,
2.) Kein Hof,
3.) Protoplasma klar und durchsichtig,
4.) Keine Auflösung des Protoplasmas.

Die Versuche Königs zeigen, daß die Zementflüsigkeit von Phosphatzement für einzellige Lebewesen unschädlich ist, während bei Silikatzementen der Tod sofort eintritt. Die Versuche Grunows zeigen eine kleine Abweichung von dem Ergebnis Königs. Hierbei ist Zementflüßigkeit nicht zu verwechseln mit der Säureflüßigkeit, die zum Anrühren der Füllungen gebracht wird. Die Zementflüßigkeit, die bei den Versuchen Verwendung fand, wird gewonnen durch Liegenlassen von frisch erhärteten Silikatzement in Aqua destilata. Normal angerührtes Silikatzment 30 Minuten erhärtet wird sofort, nach Stunden, oder nach Tagen in Aqua destilata gebracht, dessen Unschädlichkeit für Paramaecien vorher geprüft ist. Darin verbleiben die Silikatzemente verschieden lange Zeit. Dann wird diese sogenannte Zementflüssigkeit, besser gesagt, wässeriger Extrakt, untersucht.

Linka stellte ebenfalls Versuche mit einzelligen Lebewesen an. Seine Versuche zeigen ein anderes Ergbnis als die Königs in Bezug auf Silikat- und Phosphatzemente. Reine Silikat- und Phosphatzementflüssigkeit zeigten beide mit Flagellaten, Ziliaten

und Spirillen in Berührung gebracht ein plötzliches Absterben der Lebewesen. Als sicheren Schutz für die Lebewesen gegen Säure gibt Linka Adhaesinum an. Ein Versuch mit einem Objektträger zeigt, auf dem Silikat- und Phosphatzement angerührt waren, wenn ein Tropfen Protistenwasser darauf gebracht wurde, für die Lebewesen die gleich tötliche Wirkung. Hieraus zieht Linka die Folgerung, daß in Bezug auf die Schädlichkeit gegenüber Infusorien kein Unterschied zwischen Silikat- und Phosphatzement besteht.

Nach Linka sind für den Pulpentod in der Hauptsache Bakterien verantwortlich zu machen. Den Ausführungen Linkas widerspricht Diener und hält es noch lange nicht für erwiesen, ob für den Pulpentod Säure oder Bakterien in Frage kommen. Er neigt aber mehr zu der Säureschädigung, denn er schreibt : „Nach meinem Dafürhalten wird der Abspaltung von freier Phosphorsäure bei den Silikaten viel zu wenig Bedeutung beigemessen." Diener empfiehlt das Neutracid als Zwischenschicht. Dieses Mittel soll beim Abbinden die Phosphorsäure vollkommen neutralisieren. Diese Eigenschaft des Neutracid ist von Busch festgestellt worden.

Zur Säureabbindung werden heute alle möglichen Zusatzstoffe empfohlen. Z. B. Antac, Adhaesinum, Neutracid, fertiges Durosim Silikatzement, Organisator u. a. m. Auch in dem Diasilik haben die Jota-Werke in Düsseldorf, wie besonders betont wird, sowohl dem Säureeinfluß als auch der Bakterieneinwirkung Rechnung getragen. Inwieweit dies in Praxi ausreicht, wird erst die Zukunft entscheiden können. Paramaecienversuche von Grunow mit einigen Isoliermitteln und Neutralisationsmitteln, die zum Schutze der Pulpa empfohlen werden, auf ihre Zuverlässigkeit zeigen, daß die meisten kaum nennenswerten Schutz bieten.

Durch das gekühlte Anrühren wird die Säureabspaltung, wie Hettinger nachgewiesen hat, ganz erheblich herabgesetzt, da die gekühlt angerührte Füllung durch den größeren Pulverbestandteil einen größeren Teil der Säure abbindet als ungekühlt angerührte. Ob nun die gekühlt angerührte Füllung soviel Säure abzubinden vermag, daß eine Säureschädigung der Pulpa nicht mehr in Frage kommen kann, muß erst noch untersucht werden. Denn auch die Arbeit von Hettinger zeigt, so gut auch die Ergebnisse sich gestalten, daß doch noch ein gewisser Prozentsatz der Säure nicht abgebunden wird.

Es soll nun untersucht werden, wie sich gekühlt angerührte Silikatzemente im biologischen Versuch verhalten. Die Versuche wurden in Parallele zu den Experimenten Königs und Grunows angestellt. König führte seine Versuche bei einer durchschnittlichen Temperatur von 15—22° Cels. aus. Das Ergebnis ist bereits erwähnt. Die von König verwendeten Silikate waren S. S. White, F. P. 7 und Idra. Das Verhalten der einzelnen Fabrikate war durchaus analog. Die von mir in den Versuchen verwendeten Silikate waren : Synthetik, Diaphat, Diasilik und F. P. 7. Benutzt wurde Aqua destillata in Ampullen von Dr. Fresenius, Frankfurt a. M. Die für die Versuche erforderlichen Einzeller züchtete ich im Heuaufguß mit Flußwasser. Bei den Versuchen ging ich so vor, wie es schon von König und Grunow ausführlich beschrieben worden ist. Die Silikatkörper wurden auf der Thermoanrührplatte bei verschiedenen Temperaturen 5, 15 und 25° Cels. angerührt. Nach Erhärtenlassen bei 37° Cels. verschieden lang 15, 20 und 30 Minuten, wurden diese Silikatkörper in Aqua dest. gebracht. Diese Zementflüssigkeit wurde dann nach bestimmten Zeiten untersucht.

Auf einen Objektträger wurde ein Tropfen des Heuaufgusses gebracht und unter dem Mikroskop beobachtet. Zu diesem Tropfen, in dem sich eine Unmenge einzellige Lebewesen befanden, wurde ein gleich großer Tropfen der zu untersuchenden Zementflüssigkeit gebracht. Die Versuche wurden stest mehrere Male ausgeführt und zeitweise wiederholt. An Hand dieser Versuche soll an den verschiedenen Fabrikaten festgestellt werden :

1.) Welchen Einfluß hat die Anrührtemperatur hinsichtlich toxischer Wirkung auf lebende Organismen?

2.) Welche Anrührtemperatur ist die günstigste ?

3.) Ist die günstigste Anrührtemperatur bei allen Fabrikaten die gleiche?

4.) Ist die günstigste Anrührtemperatur verschieden bei den verschiedenen Fabrikaten?

Jedes Fabrikat wurde bei :

Anrührtemperatur	Erhärtungszeit
5° Cels.	15 Minuten
5° „	20 „
5° „	30 „
15° „	15 „
15° „	20 „
15° „	30 „
25° „	15 „
25° „	20 „
25° „	30 „

und zu den angegebenen Zeiten untersucht. Die Versuche zeigten folgendes Ergebnis:

Fabrikat	Gewicht	Anrührtemp.	Erhärtungszeit und Temperatur	
Synthetik	0,15 g	5° Cels.	15 Min.	37° Cels.
„	0,18 g	5° „	20 Min.	37° „
„	0,16 g	5° „	30 Min.	37° „
„	0,14 g	15° „	15 Min.	37° „
„	0,20 g	15° „	20 Min.	37° „
„	0,19 g	15° „	30 Min.	37° „
„	0,12 g	25° „	15 Min.	37° „
„	0,17 g	25° „	20 Min.	37° „
„	0,13 g	25° „	30 Min.	37° „

2 Min.	5 Min.	15 Min.	30 Min.	
Größere Beweglichkeit	a	a b +	a b ++	bei 5° Cels.
	a	a b +	a b ++	
	a	a b +	a b ++	
„	a	a b +	a b ++	bei 15° Cels.
„	a	a b +	a b ++	
„	a	a b +	a b ++	
„	a +	a b ++	c +++	bei 25° Cels.
„	a +	a b ++	c +++	
„	a +	a b ++	c +++	

60 Min.	1½ Stunde	1 Tag	
c ++	c ++	c +++	bei 5° Cels.
c ++	c ++	c +++	
c ++	c ++	c +++	
c +++	c +++	c ++++	bei 15° Cels.
c +++	c +++	c ++++	
c +++	c +++	c ++++	
c ++++	c ++++	c ++++	bei 25° Cels.
c ++++	c ++++	c ++++	
c ++++	c ++++	c ++++	

Zeichenerklärung.

+	einige	Versuchstierchen	tot
++	viele	„	„
+++	die meisten	„	„
++++	alle	„	„

a Drehung, Quellung,

b Vakuolisierung, Trichocystenhof, Dunkelfärbung d. Protoplasmas,

c sofortige Veränderungen wie unter a und b.

Von Wichtigkeit ist, daß eine Änderung bei den einzelnen Fabrikaten auch in den anderen Versuchen nicht festzustellen war. Die einzelnen Fabrikate verhielten sich durchaus gleichartig. Ich kann daher von einer Beschreibung des Verhaltens der einzelnen Fabrikate absehen und die zeitlichen Versuchsreihen zusammenfassend erörtern.

Es kam bei meinen Versuchen darauf an, diese Reaktionen bei möglichst tiefen Temperaturen zu beobachten. Es erübrigt sich, alle Beobachtungen wiederzugeben, da auch bei einer Temperatur von 5° Cels. eine wesentliche Änderung nicht festzustellen war.

2 Minuten Präparat.

0,15 g bei 5° Cels. angerührtes Silikatzement wurde 15 Minuten bei 37° Cels. über Wasser erhärten lassen und zwei Minuten nach Erhärtung in Aqua dest. gebracht. Von diesem Aqua dest. wurde ein Tropfen einem Tropfen des Heuaufgußes zugesetzt und die Beeinflussung der Zementflüssigkeit auf die Organismen unter dem Mikroskop beobachtet. Es ist bei diesen Zweiminuten-Präparat nur eine größere Beweglichkeit der Paramaecien festzustellen. Die gleiche Beobachtung wurde bei Zugabe eines Tropfens reinen Aqua dest. gemacht.

5 Minuten Präparat.

0,14 g bei 15° Cels. angerührtes Silikatzement wurde 15, 20 und 30 Minuten bei 37° Cels. erhärten lassen und 5 Minuten lang in Aqua dest. gebracht. Neben der vergrößerten Beschleunigung ist bei einigen Tierchen eine Drehung um die eigene Achse festzustellen. Diese Rotationsbewegung ergreift nach einiger Zeit immer mehr Lebewesen. Bei einigen Organismen tritt auch geringe Quellung auf.

15 Minuten Präparat.

Bei diesem Präparat ist eine starke Zunahme der Rotationsbewegung, die fast alle Lebewesen ergreift, festzustellen. Auch die Quellungserscheinungen nehmen immer mehr zu. Einige Versuchstierchen sterben ab.

30 Minuten Präparat.

Immer mehr Organismen sterben unter Drehung und Quellung ab.

60 Minuten Präparat.

Die Mehrzahl der Paramaecien unterliegt den Veränderungen wie sie auch schon König bei seinen Versuchen beim Säuretod beobachtet hat.

1½ Stunde Präparat.

Die Zementflüssigkeit bewirkt, an die Organismen gebracht, Quellung, Drehung und sofortigen Tod bei den meisten Versuchstierchen. Es tritt eine Dunkelfärbung des Protoplasmas ein mit Hofbildung.

Diese Wirkung tritt bei allen Fabrikaten auf und hält etwa 14 Tage bis 3 Wochen an. Nach dieser Zeit ist die Wirkung nicht mehr so stark. Bei den Präparaten von 5 Wochen und mehr tritt eine Änderung auf. Statt der Quellung tritt eine Schrumpfung ein. Diese Beobachtung deckt sich mit den Feststellungen Königs, der hier eine Änderung der Noxe feststellte. Die Säurewirkung wird zurückgedrängt von den sich immer mehr anreichernden Salzen. Nach Klauer finden die chemischen Umsetzungen nach dem Erhärtungsstadium nur in Gegenwart von Wasser statt. Silikatzemente erhärten, wie Hettinger nachgewiesen hat, bei

5° Cels. in 10 Minuten
10° Cels. in 7 Minuten
25° Cels. in 2 Minuten
37° Cels. in 1,5 Minuten
50° Cels. vor Beendigung des Anrührens.

Die Erhärtungszeit von 15,20 und 30 Minuten bei 37° Cels. muß demnach für die Versuche ohne Bedeutung bleiben. In Wirklichkeit war eine Reaktion in dieser Hinsicht auch nicht festzustellen. DieKavität bleibt bei vitaler Pulpa nicht trocken. Richter hat festgestellt, daß sich nach 30 Minuten die Dentinkanälchen mit Gewebsflüssigkeit füllen. Das Wesentliche bei der chemischen Umsetzung ist der Kontakt mit Wasser. Nach Klauer und König ist der Zeitpunkt der Berührung nach erfolgter Erhärtung gleichgültig. Bei den Versuchen übernimmt das Aqua dest. die Rolle der Gewebsflüssigkeit.

Aus den Versuchen ergibt sich folgendes :

Die Anrührtemperatur hat hinsichtlich toxischer Wirkung bei Silkatzementen auf lebende Organismen keinen großen Einfluß. Es gibt in dieser Hinsicht also auch keine günstigste Anrührtemperatur. Dies gilt für alle untersuchten Fabrikate.

Daß durch die tiefe Anrührtemperatur die physikalischen Eigenschaften bedeutend günstiger werden, wird niemand bezweifeln. Auch die Säureabgabe wird, was auch schon Hettinger festgestellt hatte, verringert. Nach meinen Versuchen ist anzunehmen, daß diese Herabsetzung der Säureabgabe aber keineswegs genügt, um mit Sicherheit eine Schädigung der Pulpa zu verhü-

ten. Die Säuremenge in den gekühlt angerührten Silikatzementen genügt, um schädigend auf lebendes Gewebe einzuwirken. Wenn auch, wie schon König betont hat, die Versuche mit Paramaecien mit Vorsicht zu beurteilen sind, so lassen die Versuche doch gewisse Schlüsse zu. Die Silikatzemente wirken noch nach Tagen einwandfrei toxisch selbst bei niedrigster Anrührtemperatur auf lebende Organismen. Wenn von einzelnen Fabrikaten die völlige Unschädlichkeit für die Pulpa in den Vordergrund gestellt wird, so ist dem wohl am besten die Meinung Schönbecks entgegenzuhalten, daß die Frage der Unschädlichkeit der Silikatzemente für die Pulpa erst dann gelöst sein wird, wenn die Phosphorsäure nicht mehr zum Aufbau eines Silikatzementes verwendet werden braucht.

Zusammenfassung.

Durch Versuche soll die Frage erörtert werden, welchen Einfluß niedrige Anrührtemperaturen bei Silikatzementen auf deren Toxidität haben. Bei diesen Versuchen wurde der Einfluß der Zementflüssigkeit, d. i. wässeriger Extrakt aus dem erhärteten Zement, welcher normal angerührt, nach bestimmten Zeiten auf verschiedene Dauer in Aqua dest. gelegt wurde, auf einzellige Lebewesen geprüft.

Es wurde Silikatzement bei 5, 15 und 25° Cels. angerührt, 15, 20 und 30 Minuten bei 37° Cels. erhärten lassen und der Einfluß der Anrührtemperatur beobachtet. Die Silikatzemente wurden auf der Thermo-Anrührplatte der Jota-Werke, Düsseldorf, angerührt. Die benutzten Fabrikate waren : Synthetik, Diaphat, Diasilik und F. P. 7. Die einzelnen Fabrikate verhielten sich durchaus gleichwertig.

Das Resultat dieser Versuchsreihe ergab, daß die bei den angewendeten Anrührtemperaturen toxische Wirkung der Silikatfüllungen auf kleine Lebewesen kaum verringert wurde. Sofern die spezifische Schädigung der lebenden Pulpa unter einer Silikatfüllung durch überschüssige Säure oder saure Salze bedingt ist, stellt also das Anrühren auf der gekühlten Platte keinen ausreichenden Pulpenschutz dar.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Dozent Dr. K. Thielemann für die freundliche Überlassung des Themas sowie seinen anregenden Rat während der Ausführung der Arbeit an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank zu sagen.

Ferner danke ich Herrn Prof. Dr. Kühn, Herrn Prof. Dr. Fritsch und Herrn Doz. Dr. Kemkes, die mir in freundlicher Weise alle wissenschaftlichen Hilfsmittel für meine Versuche zur Verfügung stellten.

Literatur:

Busch: Die Azidität der Silikatzemente. Diss. Bonn 1936.

Dieck: Über die methodische Prüfung der Silikatzemente. Dt. Monatsschrift für Zahnheilkunde Nr. 8 und 9, 1922.

Diener: Plastische Füllungsmaterialien. Dt. zahnärztl. Wo.-schr. Nr. 40, 1937.

— „ —: Die neue Silikattechnik. Zahnärztl. Rdsch. Nr. 25, 1938.

— „ —: Verbesserungsvorschlag für die Thermo-Anrührplatte für Silikatzemente. Dt. zahnärztl. Wo.schr. Nr. 25, 1937.

— „ —: Zu dem Artikel: „Verbesserungsvorschlag für die Thermo-Anrührplatte für Silikatzemente. Dt. zahnärztl. Wo.-schr, Nr. 40, 1937.

Degussa: Degussa-Brief Nr. 35, Mai 1939.

Dolder: Silikatzementfüllungen und Zahnpulver. Dt. zahnärztl. Wo.schr., Nr. 39, 1936.

Fasoli: Pulpaveränderungen unter Silikatzementen. Zeitschr. f. Stom., Seite 225, 1924.

Gerlach: Praktische Bemerkungen über das Silikatfüllmittel. Dt. zahnärztl. Wo.schr., Nr. 4, 1937.

Gerke: Neue Verwendungsmöglichkeiten der plastischen Porzellanmassen. Dt. zahnärztl. Wo.schr. Nr. 41, 1938.

Greve: Beitrag zum Absterben der Pulpa unter Silikatzementfüllungen. Dt. zahnärztl. Wo.schr. Nr. 35, 1932.

Grunow: Experimentelle Untersuchungen über die Säureabgabe verschiedener Zemente in Paramaecienversuch unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Schutzwirkung von Isoliermitteln. Diss. Köln 1939.

Hettinger: Einfluß der Anrührtemperatur auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften der zur Zahnfüllung benötigten Zemente insbesondere der Silikatzemente. Diss. Köln 1937.

König: Untersuchungen über verschiedene Faktoren im Verhalten der Silikatzemente. Dt. zahnärztl. Wo.schr. Nr. 40, 1937.

— „ —: Phosphatzement als Unterfüllung. Dt. zahnärztl. Wo.-schr. Nr. 30, 1937.

— „ —: Zur Frage der Pulpaschädigung unter Silikatzementfüllungen. Dt. zahnärztl. Wo.schr. Nr. 48, 1937.

Klauer: Phosphatzement als Unterfüllung. Zahnärztl. Rd.sch. 46, 1937.

Linka: Experimentelle Betrachtungen über Silikat- und Phosphatzemente. Dt. zahnärztl. Wo.schr. Nr. 32, 1938.

Palazzi: Einige Konklusionen aus meinen 3jährigen Experimenten über die Veränderungen der Zahnpulpa nach Füllungen mit Silikatzementen. Ztschr. für Stom. Seite 238, 1924.

Praeger: Neue Untersuchungen über Silikatzemente. Dt. Wo. schr. (zahnärztl.) Nr. 8, 1930.

Raubinger: Silikatfüllungen und Pulpa. Dt. zahnärztl. Wo. schr. Nr. 5, 1937.

Rauscher: Das Absterben des Zahnmarks unter Silikatfüllungen. Diss. Berlin 1938.

Simon: Pulpaschädigungen unter Silikatfüllungen. Ztschr. f. Stom. Nr. 20, 1936.

Titkemayer: Verbesserungsvorschlag für die Thermo-Anrührplatte für Silikatzemente. Dt. zahnärztl. Wo.schr. Nr. 4, 1937.

—„— : Pulpaschädigungen unter Silikatfüllungen. Dt. zahnärztl. Wo.schr. Nr. 24, 1936.

Lebenslauf.

Am 12. Januar 1911 wurde ich als Sohn des Landwirts Jakob Meiers und seiner Ehefrau Katharina geb. Jager in Losheim Bez. Trier geboren. Nach Besuch der Volksschule in Losheim trat ich 1925 in das Friedrich Wilhelm-Gymnasium zu Trier ein. Von hier wechselte ich dann in das Hindenburg-Gyymnasium zu Düsseldorf, das ich im Februar 1932 mit dem Reifezeugnis verliess. Ich widmete mich anschließend dem Studium der Zahnheilkunde an den Universitäten Bonn und Frankfurt a. M. und erlangte am 9. Oktober 1936 zu Frankfurt a. M. die zahnärztliche Approbation.

Josef Meiers.

41/37